

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-292317  
(43)Date of publication of application : 19.12.1987

(51)Int.Cl. B23H 7/06  
B23H 1/02  
B23H 7/02

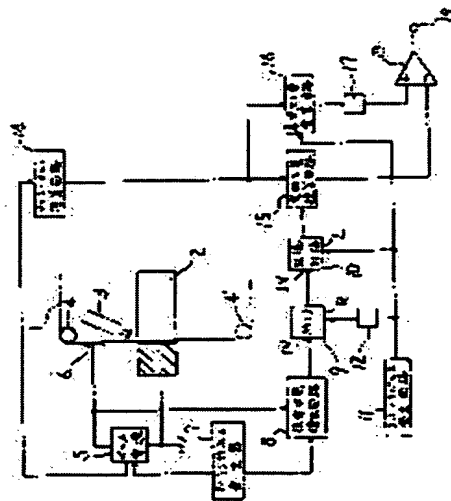
(21)Application number : 61-135970 (71)Applicant : HITACHI SEIKO LTD  
(22)Date of filing : 13.06.1986 (72)Inventor : SUZUKI YASUO  
KISHI MASAKAZU

### (54) WORKING FEED CONTROL DEVICE IN WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To automatically control working feed speed by calculating an actual working amount based on the normal frequencies of discharge and a reference working amount based on the discharging energy of a pulse power source to control the relative feed between a wire and a workpiece according to the deviation between both calculated values.

**CONSTITUTION:** When discharge occurs between a wire 1 and a workpiece 2 according to the pulse voltage of a pulse power source 5, the discharge voltage is introduced in a discharge condition detecting circuit 8 to be compared with a predetermined value. When, as a result of the comparison, the normal discharge is detected, the actual working amount of the workpiece 2 is figured out of the number of times of detected discharge by a actual working amount calculating circuit 15. On the other hand, the discharging energy is calculated by a pulse energy calculating circuit 14 from a current peak value, pulse width, etc. of power source 5 so that a reference working amount for working the workpiece 2 is figured out by a reference working amount calculating circuit 16 on the basis of the discharging energy. The deviation between the actual working amount and the reference working amount is thus obtained and a working feed seed controlling signal is generated from an output terminal 19 according to this deviation.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開昭 62-292317

(43) 公開日 昭和62年(1987)12月19日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 H	7/06			
B 2 3 H	1/02	F		
B 2 3 H	7/02	S		
			B 2 3 H 7/06	
			B 2 3 H 1/02	F
審査請求	有			(全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願昭61-135970

(22) 出願日 昭和61年(1986)6月13日

(71) 出願人 999999999

日立精工株式会社

神奈川県海老名市上今泉2100番地

(72) 発明者 鈴木 靖夫

海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会  
社内

(72) 発明者 岸 雅一

海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会  
社内

(54) 【発明の名称】 ワイヤ放電加工機の加工送り制御装置

(57) 【要約】 本公報は電子出願前の出願データであるため要約のデータは記録されません。

**【特許請求の範囲】**

パルス電源と、このパルス電源に接続され被加工物との間に放電を発生するワイヤと、このワイヤと前記被加工物とを相対移動させる送り機構とを備えたワイヤ放電加工機において、前記放電のうち正常な放電を検出する検出回路と、この検出回路により検出された放電回数に基づいて実加工量を演算する第1の演算手段と、前記パルス電源の放電エネルギーに基づいて基準加工量を演算する第2の演算手段と、前記実加工量と前記基準加工量との間の偏差に基づいて前記送り機構の送り速度を制御する制御信号を出力する出力手段とを設けたことを特徴とするワイヤ放電加工機の加工送り制御装置。

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭62-292317

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)12月19日

B 23 H 7/06  
1/02  
7/028308-3C  
F-7908-3C  
S-8308-3C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ワイヤ放電加工機の加工送り制御装置

⑮ 特 願 昭61-135970

⑯ 出 願 昭61(1986)6月13日

⑰ 発 明 者 鈴 木 靖 夫 海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会社内  
 ⑱ 発 明 者 岸 雅 一 海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 日立精工株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ワイヤ放電加工機の加工送り制御装置

## 2. 特許請求の範囲

パルス電源と、このパルス電源に接続され被加工物との間に放電を発生するワイヤと、このワイヤと前記被加工物とを相対移動させる送り機構とを備えたワイヤ放電加工機において、前記放電のうち正常な放電を検出する検出回路と、この検出回路により検出された放電回数に基づいて突加工量を演算する第1の演算手段と、前記パルス電源の放電エネルギーに基づいて基準加工量を演算する第2演算手段と、前記突加工量と前記基準加工量との間の偏差に基づいて前記送り機構の送り速度を制御する制御信号を出力する出力手段とを設けたことを特徴とするワイヤ放電加工機の加工送り制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、ワイヤ放電加工機を用いて被加工物

を加工する場合、当該被加工物とワイヤとの間の相対的送り速度を制御するワイヤ放電加工機の加工送り制御装置に関する。

〔従来の技術〕

ワイヤ放電加工機は、ワイヤと被加工物との間に間歇的に放電を発生させ、これにより被加工物を加工する装置であり、一般に良く知られている。このようなワイヤ放電加工機においては、ワイヤ又は被加工物を移動させて加工を進めてゆくが、その移動の速度(送り速度)が加工機能や加工精度に大きな影響を及ぼす。

即ち、加工の送り速度が早過ぎると、ワイヤと被加工物とが短絡して加工不能の状態が生じたり、ワイヤと被加工物間に異常放電が生じて加工精度が低下する現象を生じる。一方、加工送り速度が遅過ぎると、加工能率が低下するとともに、加工の進行方向以外の方向に放電する二次放電が生じて加工精度が低下する現象をも生じる。したがって、ワイヤ放電加工機の加工においては、適正な送り速度による加工が必要である。

## 特開昭62-292317 (2)

従来、この加工送り速度の制御方法としては、最初、当該加工送り速度を低い値に設定しておき、その値から徐々に速度を上昇させてゆき、最終的には、ワイヤと被加工物との間の電圧の平均値をある定められた値とする方法が提案されていた。

ところで、上記ワイヤと被加工物との間の電圧の平均値は、加工パルス幅やパルス周期により異なるという加工特性が存在し、加工状態によつて変動するため、上記従来の手段では適正な加工送り速度は得られず、結局は作業者の経験に基づく勘に頼つて加工送り速度を制御しているのが実情であつた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記のように、加工送り速度を作業者の勘に頼つて制御する方法は高度の熟練を要し、通常の作業者には実施が困難であるという欠点があつた。そして、通常の作業者が加工送り速度を制御する場合には、加工送り速度が早過ぎる場合に生じる加工不能に陥るのを避けるため、加工送り速度を遅く、かつ、一定値に設定せざるを得ず、このよ

うな設定は、前述の、速度が速過ぎる場合の欠点を免れることができなかった。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来技術の欠点を除き、適正な加工送り速度で自動的に制御することができ、ワイヤ放電加工機の加工送り制御装置を提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記の目的を達成するため、本発明は、ワイヤと被加工物との間の放電のうち正常な放電を検出する検出回路と、この検出回路により検出された正常な放電回教に基づいて実際の加工量を演算する第1の演算手段と、ワイヤと被加工物との間に接続されているパルス電源の放電エネルギーに基づいて基準となる加工量を演算する第2の演算手段と、実際の加工量と基準となる加工量との間の偏差を演算しこの偏差に応じて加工送り速度制御信号を出力する出力手段とを設けたことを特徴とする。

〔作用〕

パルス電源のパルス電圧に応じて、ワイヤと被加工物との間に放電が発生すると、その放電電圧は検出回路に導入されて所定の値と比較される。比較の結果、正常な放電が検出され、その検出放電回教から被加工物の実際の加工量が算出される。一方、パルス電源の電流ピーク値、パルス幅等からその放電エネルギーを演算し、この放電エネルギーに基づき被加工物の加工の基準となる基準加工量が算出される。このようにして得られた実際の加工量と基準加工量との偏差が求められ、この偏差に応じて加工送り速度が制御される。

〔実施例〕

以下、本発明を図示の実施例に基づいて説明する。

第1図は本発明の実施例に係る加工送り制御装置の系統図である。図で、1はワイヤ放電加工機のワイヤ電極、2はワイヤ電極1により加工されるワーク、3は加工中加工部に加工液を供給するノズル、4はワイヤ電極1の案内ローラである。5はワイヤ電極1とワーク2との間に放電を発生

させるパルス電源であり、一方の電極は給電子6を介してワイヤ電極1に接続され、他方の電極はワーク2に接続されている。7はパルス電源5から所定のパルス電圧を出力させるためのタイミングパルスを発生するタイミングパルス発生器である。

8はワイヤ電極1とワーク2との間の放電電圧を導入し、その放電が正常な放電か否かを判断する放電状態検出回路であり、正常な放電を検出する毎に1つのパルス信号が出力される。この放電状態検出回路の判断方法については後述する。9は放電状態検出回路8の出力パルスを入力端子INから入力してその数を計数するカウンタ、10はカウンタ9の計数値を入力端子INから入力して記憶する記憶回路である。11はカウンタ9および記憶回路10の動作を制御するクロックパルスを発生するクロックパルス発生回路であり、そのクロックパルス間隔はパルス電源5のパルス間隔の所定倍に設定されている。例えば、パルス電源5のパルス間隔が数10 $\mu$ secであると、クロッ

## 特開昭62-292317(3)

クパルス発生回路11のクロックパルス間隔は、そのパルス電源のパルス間隔の1000倍程度の数10 msecに選定される。12はクロックパルス発生回路11とカウンタ9のリセット端子Rとの間に接続された遅延回路であり、例えば1 msecの遅延を発生させる。

14はパルス電源5から出力されるパルスを導入し、そのパルスの電流ピーク値およびパルス幅から1パルス当りのエネルギーを演算するパルスエネルギー演算回路である。15は記憶回路10に記憶された計数値とパルスエネルギー演算回路14で演算されたエネルギーとに基づいてワーク2の実際の加工量を算出する実加工量換算回路である。

16は基準加工量演算回路であり、クロックパルス発生回路11から出力されるクロックパルス間隔内において、パルスエネルギー演算回路14から出力されたエネルギーの積算値に基づいてワーク2を加工し得る理論上の加工量を演算する。17は基準加工量演算回路16の演算値を補正する補正回路であり、例えば当該演算値に対して0.8が

乗算される。18は実加工量換算回路15で算出された値と補正回路17から出力される値との差を演算する差動増幅器であり、前者の値は符号を逆にして入力される。19は加工送り速度制御信号が出力される出力端子である。

次に、本実施例の動作を第2図(a)乃至(d)に示すタイムチャートおよび第3図(a)乃至(c)に示す加工状態図を参照しながら説明する。本実施例では、第1回目の加工に続いて、加工表面と滑らかにする第2回目の加工(セカンドカット)を実施する場合について説明する。

第3図(a)で、横軸にワーク2上の加工位置がとられ、又、縦軸に任意に定めた基準線からの距離がとられている。Sは第1回の加工により形成されたワーク2の加工表面を示し、その表面Sには凸部Sa、凹部Sbが存在する。セカンドカットはこのような凹凸のある表面Sを滑らかな表面とする加工であり、このため、第1回目の加工時におけるワイヤ電極1を距離δだけ表面Sに近接させ、かつ、パルス電源5からのパルス電流を所定量減

少させて加工を実施する。この加工により、表面Sの凸部Saが除去されることになり、表面Sが平滑化される。

セカンドカットにおけるパルス電流は前述のように減少せしめられるので、パルスエネルギー演算回路14で演算される1パルス当りのエネルギー量もこれに応じた値となる。一方、放電状態検出回路8にはワイヤ電極1とワーク2との間の各放電毎にその放電電圧が入力され、当該放電が正常か正常でないかを判断する。この判断の方法を第2、図(a)乃至(d)を参照して説明する。

第2図(a)はパルス電源5から出力されるパルス電圧の波形図、第2図(b)はワイヤ電極1とワーク2との間の放電電圧の波形図、第2図(c)、(d)はタイミングパルス発生器7から出力されるパルス電圧の波形図である。パルス電源5から出力されるパルスは、タイミングパルス発生器7のタイミングパルスT<sub>1</sub>の立上り後に立上がり、タイミングパルスT<sub>2</sub>の立下りと同時に立下る。又、第2図(b)に示す放電電圧Eにおいて、その放電が正常であ

る場合、放電の立上りの電圧は所定の値V<sub>1</sub>より大きく、かつ、放電終了直前の電圧は上記所定の値V<sub>1</sub>とそれより低い所定の値V<sub>2</sub>との間の値となる。

上記のことから、放電状態検出回路8はタイミングパルス発生器7からタイミングパルスT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>を入力し、タイミングパルスT<sub>1</sub>の出力期間において放電電圧Eを値V<sub>1</sub>と比較し、タイミングパルスT<sub>2</sub>の出力期間において放電電圧Eを値V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>と比較する。これらの値V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>は放電状態検出回路8に設定できるようになっている。上記の比較により、最初の比較の結果が(E > V<sub>1</sub>)であり、かつ次の比較の結果が(V<sub>1</sub> > E > V<sub>2</sub>)であるとき、即ち、放電が加工に適した正常な放電であると判断されたとき、放電状態検出回路8はカウンタ9に1パルスを出力する。上記の条件が満足されない場合、パルスは出力されない。

カウンタ9は放電状態検出回路8から出力されるパルスをカウントしてゆく。このカウント値は常時、記憶回路10に出力されるが、記憶回路10には端子Lにロード指令信号が入力されてい

## 特開昭62-292317 (4)

いので、上記カウント値は記憶されない。このようなカウントの進行中、クロックパルス発生回路11に設定された時間が経過すると、当該クロックパルス発生回路11からクロックパルスが出力される。このクロックパルスは記憶回路の端子Lにロード指令信号として入力され、これにより記憶回路10はそのとき入力されているカウント値を記憶する。一方、クロックパルスは遅延回路12に入力され、そのときのカウント値が記憶回路8に記憶されるのに十分な時間（例えば1  $\mu$ sec）遅延された後、リセット指令信号としてカウンタ9に出力される。これによりカウンタ9のカウント値は0となり、新たにカウントを開始する。

実加工量演算回路15は、記憶回路10に記憶された正常放電回数とパルスエネルギー演算回路14で演算された1パルス当りのエネルギーとを入力し、両者の積算を行なう。これにより、クロックパルス発生回路11に設定された時間における実際の加工量が算出される。この算出値は符号を反転して差動増幅器18の一方の端子に入力される。

量との差であり、その偏差が小さければ加工能力に近い加工を実施していることになり、偏差が大きければ当該加工能力を十分に利用していないことになる。即ち、ワイヤ電極1の送り速度は前者の場合は適正速度に近く、後者の場合は遅すぎることになる。したがって、当該偏差を端子19から出力し、この偏差を0にするようにワイヤ電極1の送り速度を制御すれば、そのワイヤ放電加工機の加工能力に対応した最適な送り速度を得ることができる。

これを第3図(a)に示すセカンドカットの例について述べると次のようになる。面Sの突部Saにおいては、ワイヤ電極1と面Sとの間隔が小さいので、正常な放電が多く発生し、第3図(b)に示すように放電発生は密になる。したがって、カウンタ9でカウントされる値も大きく実加工量も大きくなり、差動増幅器18で得られる偏差は第3図(c)に示す値 $\delta_1$ のように小さくなる。このため、ワイヤ電極1の送り速度は低下する。加工が面Sの凹部Sbに至ると、ワイヤ電極1と面Sとの間隔が大

きくなり、正常放電が少なくなり、放電発生は粗になる。したがって、カウント値および実加工量は小さくなり、差動増幅器18で得られる偏差は第3図(c)に示す値 $\delta_2$ のように大きくなる。このため、この大きな偏差 $\delta_2$ を0とすべく、ワイヤ電極1の送り速度は増加する。

このように、本実施例では、パルスエネルギー演算回路14で演算された1パルス毎のエネルギーに基づいて当該1パルス毎の理論的加工量を演算し、これを順次積算してゆく。この積算はクロックパルス発生回路11からのクロックパルスが入力されるまで継続される。即ち、基準加工量演算回路16は、クロックパルスが入力されたとき、クロックパルス発生回路11に設定された時間内における理論的な加工量を出力する。

この加工量は補正回路17により補正された後、差動増幅器18の他方の端子に入力される。ここで補正回路17の補正は基準加工量演算回路16の出力に対してある補正値を乗算することにより行なわれる。この補正値は実際のワイヤ放電加工機について実験的に決定される値であり、例えば、0.8というような値となる。補正回路17の出力は、このワイヤ放電加工機が上記時間内に有効に加工し得る加工量である。差動増幅器18では、この加工量と実際の加工量との偏差を演算する。この偏差はワイヤ放電加工機の加工能力と実加工

量との差であり、その偏差が小さければ加工能力に近い加工を実施していることになり、偏差が大きければ当該加工能力を十分に利用していないことになる。即ち、ワイヤ電極1の送り速度は前者の場合は適正速度に近く、後者の場合は遅すぎることになる。したがって、当該偏差を端子19から出力し、この偏差を0にするようにワイヤ電極1の送り速度を制御すれば、そのワイヤ放電加工機の加工能力に対応した最適な送り速度を得ることができる。

これを第3図(a)に示すセカンドカットの例について述べると次のようになる。面Sの突部Saにおいては、ワイヤ電極1と面Sとの間隔が小さいので、正常な放電が多く発生し、第3図(b)に示すように放電発生は密になる。したがって、カウンタ9でカウントされる値も大きく実加工量も大きくなり、差動増幅器18で得られる偏差は第3図(c)に示す値 $\delta_1$ のように小さくなる。このため、ワイヤ電極1の送り速度は低下する。加工が面Sの凹部Sbに至ると、ワイヤ電極1と面Sとの間隔が大

特開昭62-292317 (5)

## 【発明の実施例】

以上述べたように、本発明では、正常な放電回数に基づいて実加工量を演算し、又、パルス電源の放電エネルギーに基づいて基準加工量を演算し、両演算値の偏差に基づいてワイヤと被加工物との間の相対的送りを制御するようにしたので、当該相対的送りを適正な速度で自動的に制御することができる。

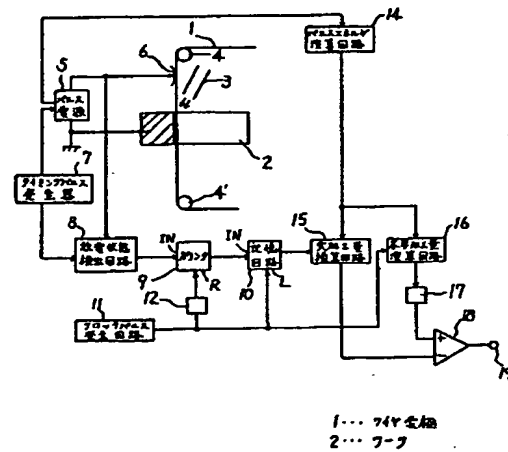
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に係る加工送り制御装置の系統図、第2図(a)、(b)、(c)、(d)は第1図に示す装置の動作を説明するタイムチャート、第3図(a)、(b)、(c)は加工状態図である。

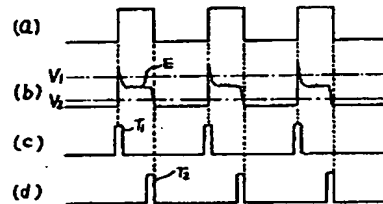
- 1…ワイヤ電極、 2…ワーク、 5…パルス電源、 7…タイミングパルス発生器、 8…放電状態検出回路、 9…カウンタ、 10…記憶回路、 11…クロックパルス発生器、 14…パルスエネルギー演算回路、 15…実加工量演算回路、 16…基準加工量演算回路、 18…差動増幅器。

代理人弁理士 小川 勝 男

第1図



第2図



第3図

